

# Pengembangan Sistem Akuisisi Data Menggunakan Arduino dan LabVIEW untuk Eksperimen Efek Fotolistrik

**Renata Clara Wahyuning Putri**

Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan  
Surat-e: renata1500007008@webmail.uad.ac.id

**Ishafit**

Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan  
Surat-e: hafit\_uad@yahoo.com

**Abstrak.** Teori tentang gejala efek fotolistrik merupakan fenomena yang abstrak untuk dipelajari. Maka dibutuhkan eksperimen untuk menggambarkan prosesnya secara nyata. Masih banyak ditemui perangkat eksperimen efek fotolistrik yang konvensional sehingga proses pengambilan datanya masih secara manual. Seiring dengan perkembangan teknologi perangkat tersebut dapat dikomputerisasi. Hal itulah yang menjadi latar belakang peneliti yang telah mengembangkan sistem akuisisi data menggunakan Arduino dan LabVIEW untuk eksperimen efek fotolistrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan sistem akuisisi data dan menguji kelayakannya sebagai perangkat eksperimen. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research & Development* menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Sistem akuisisi data yang telah dikembangkan selanjutnya diuji kelayakannya oleh validator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan sesuai dengan teori. Nilai konstanta Planck yang diperoleh dari eksperimen sebesar  $6.67 \times 10^{-34}$  J.s. dengan nilai akurasi sebesar 0.68 %. Skor rata-rata dari hasil penilaian uji kelayakan sebesar 88.23 % dengan kategori Sangat Valid. Hal tersebut menunjukkan bahwa perangkat yang telah dikembangkan layak digunakan sebagai perangkat eksperimen.

**Kata kunci:** efek fotolistrik, arduino, labview, relay, konstanta Planck

**Abstract.** The theory of the photoelectric effect phenomenon is an abstract phenomenon to learn. So it is needed an experiment to describe the real process. There are still many conventional photoelectric effect experimental devices found so the process of data collecting is by manual system. Along with the development of technology these devices can be computerized. That is the background of researchers who have developed a data acquisition system using Arduino and LabVIEW for photoelectric effect experiments. This study aims to determine the accuracy of the data acquisition system and test its feasibility as an experimental device. The research method used is *Research & Development* using the ADDIE model (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). The data acquisition system that has been developed is then tested for eligibility by the validator. The results showed that the device developed was in accordance with the theory. Planck's constant value obtained from experiments amounted to J.s. with an accuracy value of 0.68%. The average score of the results of the feasibility test assessment was 88.23% in the category of Very Valid. It shows that the device has been developed is suitable to be used as an experimental device.

**Keywords:** photoelectric effect, arduino, labview, relay, konstanta Planck

---

## I. Pendahuluan

Fisika merupakan salah satu ilmu alam yang memiliki banyak persamaan, hukum, dan teori yang dicetuskan oleh para ilmuwan sains dari hasil penemuannya. Teori yang cukup fenomenal dikalangan mahasiswa fisika adalah teori kuantum. Didalam teori ini terdapat pembahasan mengenai sifat dualisme cahaya, dimana

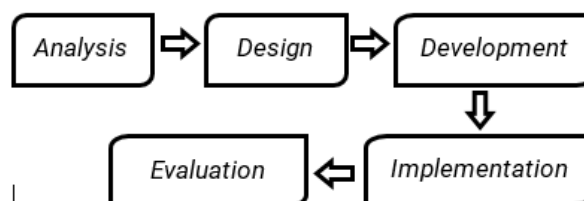
cahaya bertindak sebagai partikel dan cahaya sebagai gelombang. Hal ini dibahas lebih lanjut dalam kurikulum fisika yang dianggap penting untuk mengenalkan teori kuantum yaitu peristiwa efek fotolistrik [1]. Dengan adanya eksperimen, fenomena fisika yang abstrak seperti efek fotolistrik akan lebih mudah untuk dipahami. Namun peralatan eksperimen yang ditemui masih bersifat konvensional atau masih menggunakan cara manual dalam pengambilan data. Di era digital saat ini pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) tidak dapat terpisahkan dengan proses pembelajaran fisika terutama di Laboratorium. Hal ini sejalan dengan pendapat [2], bahwa penggunaan teknologi informasi dan komunikasi menjadi cara yang efektif dan efisien untuk menyampaikan informasi dan memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran terutama dalam menampilkan fenomena fisika.

Didalam konsep efek fotolistrik itu sendiri terdapat konstanta fisik fundamental untuk menjelaskan berbagai efek dalam teori kuantum yang sangat penting untuk menentukan standar pengukuran listrik dan akan segera untuk menentukan massa, yaitu konstanta Planck. Tidak sedikit yang menganggap bahwa konstanta Planck merupakan hal yang menarik untuk dibuktikan, sehingga pengukuran ( $h$ ) dalam sistem Satuan Internasional (SI) digunakan sebagai upaya eksperimen untuk membuktikan keberadaannya [3]. Penelitian tentang konstanta Planck sudah banyak dilakukan dengan berbagai metode dan variasi. Dan yang paling sering diterapkan yaitu menentukan nilai konstanta Planck menggunakan sumber cahaya LED. Konstanta Planck dapat diukur 10% lebih baik menggunakan beberapa LED dengan spektrum dari 470 nm sampai 631 nm [4]. Eksperimen efek fotolistrik sekaligus untuk menentukan nilai dari konstanta Planck menggunakan LED, dapat diotomatisasi menggunakan sebuah perangkat mikrokontroler yang dapat menggerakkan sebuah *actuator* untuk menjalankan perintah secara otomatis.

Perangkat mikrokontroler yang mudah untuk digunakan yaitu Arduino Uno dan *actuator* yang digunakan adalah modul relay sebagai saklar otomatisnya. Data dari hasil eksperimen dapat diambil, dikumpulkan, dan disiapkan oleh sistem akuisisi data. Sistem akuisisi data menggunakan komputer/laptop memerlukan proses konversi dari sinyal analog menjadi sinyal digital. Sehingga pengolahan dan pengontrolan proses tersebut membutuhkan perangkat lunak (*software*) [5]. Perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai sistem akuisisi data salah satunya adalah *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench* (LabVIEW). LabVIEW merupakan *graphical programming* sehingga pengguna dapat membuat instrumentasi yang disebut sebagai *virtual instrument* dan dapat digunakan untuk akuisisi data jarak jauh, desain analisis, serta kontrol terdistribusi [6]. LabVIEW dapat dikembangkan sebagai *user interface* untuk memudahkan pengguna menjalankan sistem, mengambil, mengumpulkan, dan menyiapkan data. LabVIEW digunakan untuk mengembangkan sebuah *software* menggunakan blok-blok diagram yang mewakili beberapa tindakan, blok-blok tersebut dikelompokkan dalam sebuah paket yang dapat ditambahkan menggunakan *VI package manager* [7]. Salah satu paket tersebut adalah LINX, LINX dapat mengintegrasikan platform umum seperti Arduino. LINX digunakan untuk mengirim data kontrol menggunakan serial komunikasi yaitu koneksi USB untuk mengkomunikasikan Arduino dengan LabVIEW, kemudian melalui *firmware wizard* di unggah *firmware* ke Arduino untuk menerima dan menjalankan perintah dengan benar [7], [8].

## II. Metode Penelitian

Metode dari penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D). Metode penelitian R&D bertujuan untuk menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji keefektifannya. Metode R&D tentunya terdiri dari dua kegiatan yaitu *Research* (penelitian) dan kemudian *Development* (Pengembangan). Kegiatan *research* merupakan kegiatan menggali informasi sehingga diketahui kebutuhan pengguna dan kegiatan *development* merupakan kegiatan untuk menghasilkan perangkat yang dikembangkan. Sedangkan untuk model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE merupakan akronim dari *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*.

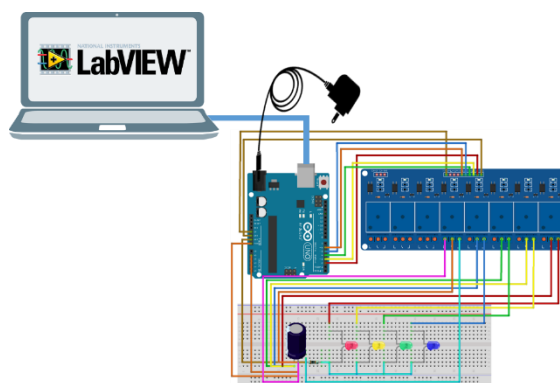


Gambar 1. Tahapan ADDIE model

## 1. Tahap Penelitian

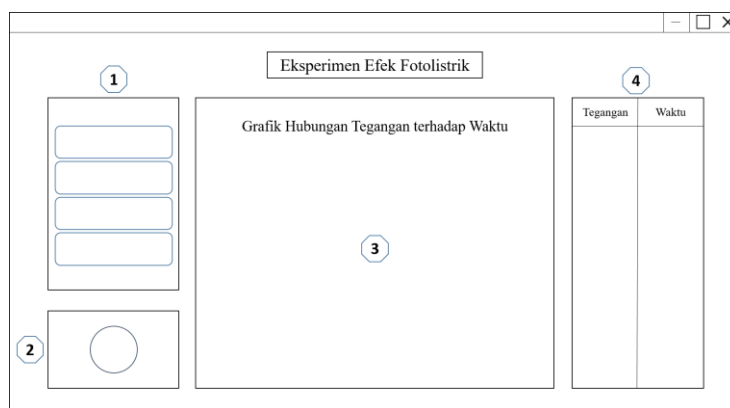
Pada tahap awal dilakukan studi pustaka terhadap penelitian yang relevan dari peneliti terdahulu mengenai percobaan atau eksperimen tentang efek fotolistrik. Banyak penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai metode namun alat yang digunakan masih bersifat konvensional. Disamping itu tuntutan dalam proses pembelajaran di era digital sangat mendukung dilakukannya penelitian pengembangan untuk menciptakan sebuah produk yang terkomputerisasi.

Setelah peneliti menganalisis masalah yang terjadi seperti pada tahap sebelumnya. Selanjutnya peneliti mendesain atau merancang alat eksperimen. Alat eksperimen tersebut terdiri dari beberapa komponen yaitu kapasitor 2200  $\mu\text{F}$ , resistor 1000  $\Omega$ , dan LED (biru, hijau, kuning, dan merah), tegangan DC yang digunakan sebesar 5 V, dan perangkat mikrokontroler Arduino Uno sebagai pembaca tegangan dan *control* modul relay yang digunakan untuk mengotomatisasi saklar/*switch* pada saat pengisian dan pengosongan kapasitor dan untuk mengganti LED dari warna satu ke warna yang lain. Rancangan dari desain alat eksperimen seperti pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Desain alat yang diotomatisasi

Disamping itu pengembangan sistem akuisisi data dilakukan menggunakan *software* LabVIEW sebagai *user interface* yang memudahkan pengguna untuk melakukan eksperimen. Sketsa dari pengembangan *user interface* menggunakan LabVIEW pada Gambar 3.



Gambar 3. Sketsa atau desain awal *user interface* pada LabVIEW

Dari sketsa ataupun desain awal pada gambar diatas, terdapat beberapa tombol yang akan digunakan untuk mengontrol saklar pada setiap LED (nomor 1) saat kapasitor terhubung secara seri dengan resistor dan LED. Selain itu terdapat sebuah tombol sebagai pengontrol saklar kapasitor saat pengisian maupun pengosongan kapasitor (pada nomor 2). Dari hasil eksperimen, data ditampilkan ke dalam bentuk grafik untuk memantau kurva pengosongan kapasitor dari setiap LED (pada nomor 3). Agar pengguna dapat menganalisis data eksperimen. Pada *user interface* juga terdapat desain tabel untuk memudahkan pengguna mengambil data yang kemudian dianalisis untuk menentukan nilai konstanta Planck (pada nomor 4).

Pada tahap pengembangan ini, peneliti mengembangkan sistem akuisisi data yang digunakan untuk mengotomatisasi penggunaan alat dengan memberi modul relay sebagai pengganti saklar yang pada umumnya dipindahkan dengan cara manual sehingga dapat dioperasikan secara otomatis.

Ditahap implementasi telah dibuat perangkat eksperimen beserta sistem akusisi data untuk eksperimen efek fotolistrik yang berbasis Arduino dan LabVIEW. Selanjutnya akan dilakukan uji kelayakannya oleh dosen ahli/validator. Tahap terakhir dari model pengembangan ini, yaitu evaluasi. Setelah uji kelayakan dilakukan, selanjutnya perangkat yang dikembangkan direvisi berdasarkan hasil masukan dan saran dari dosen ahli/validator.

Tahap terakhir dari model pengembangan ini, yaitu evaluasi. Setelah uji kelayakan dilakukan, selanjutnya perangkat yang dikembangkan direvisi berdasarkan hasil masukan dan saran dari dosen ahli/validator.

## 2. Uji Coba Produk

Pada penelitian ini subjek uji coba meliputi, subjek uji kelayakan oleh dosen ahli/validator. Data yang diperoleh dari penelitian ini terdiri atas data kuantitatif berupa skor penilaian hasil *checklist* angket oleh dosen ahli, serta hasil analisis data eksperimen untuk mengetahui tingkat ketelitian dan keakuratan. Disamping itu diperoleh data kualitatif berupa saran dan masukan dari hasil validasi oleh dosen ahli/validator.

Instrumen yang digunakan berupa angket yang diisi oleh dosen ahli/validator untuk mengetahui tingkat kelayakan dari perangkat sistem akuisisi data yang dikembangkan, agar perangkat tersebut layak digunakan sebagai perangkat eksperimen.

Untuk mengetahui hasil analisis uji kelayakan dari dosen ahli/validator, menggunakan persamaan dibawah ini:

$$P(\%) = \frac{S}{N} \times 100\% \quad (1)$$

keterangan:

$P$  : tingkat kelayakan (%)

$S$  : jumlah skor total yang diperoleh

$N$  : jumlah skor total maksimum

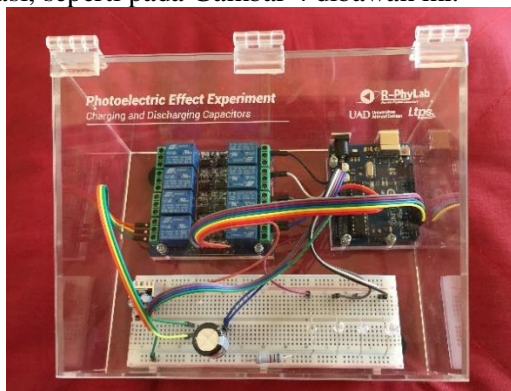
Untuk menentukan kesimpulan dari hasil perhitungan data angket uji kelayakan dapat dilihat pada Tabel 1 [9].

Tabel 1. Kriteria Validasi

Interval ( $P$ )	Kriteria Validasi
81.26% - 100%	Sangat Valid
62.51% - 81.25%	Valid
43.76% – 62.50%	Tidak Valid
25% – 43.75%	Sangat Tidak Valid

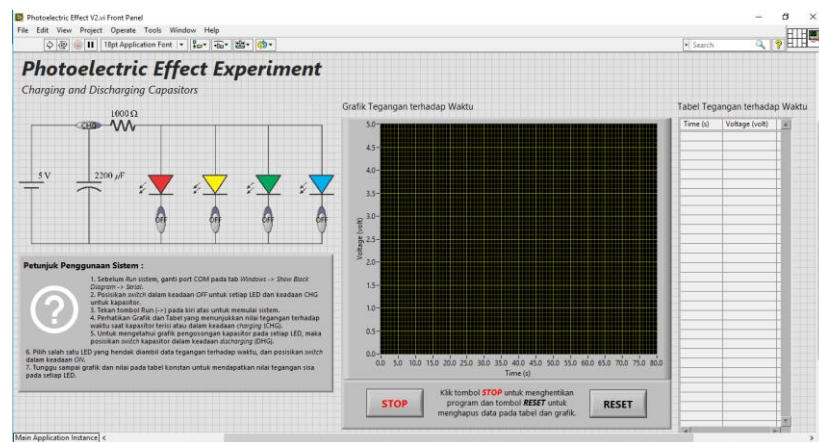
## III. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil dari pengembangan sistem akuisisi data terdiri dari *hardware* dan *software*. *Hardware* berupa alat eksperimen yang telah di otomatiskan, seperti pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Alat eksperimen efek fotolistrik yang telah dikembangkan

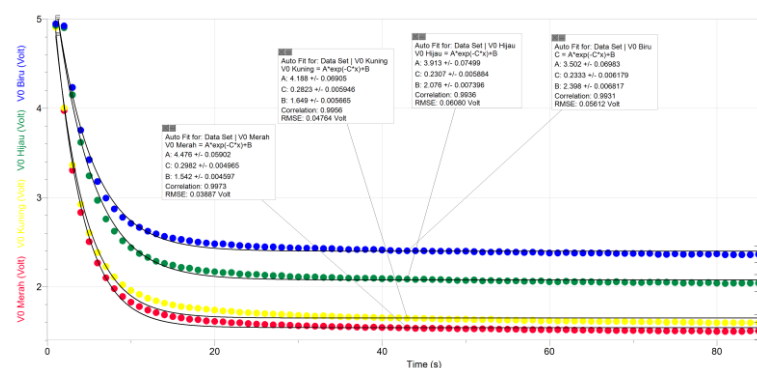
Sedangkan untuk *software* berupa sistem akuisisi data dengan tampilan *user interface* yang memudahkan pengguna untuk mengoperasikan alat tersebut dan memperoleh data yang di inginkan. Tampilan *user interface* dari sistem akuisisi data yang dikembangkan seperti Gambar 5 dibawah ini.



**Gambar 5.** Tampilan user interface pada sistem akuisisi data yang dikembangkan

Pada tampilan *user interface* diatas, terdapat tombol saklar pada LED yang digunakan untuk memilih salah satu LED untuk di ambil data tegangan terhadap waktu pada saat pengosongan kapasitor. Selain itu terdapat tombol saklar pada kapasitor untuk mengubah keadaan dari pengisian (*charging*) menjadi pengosongan (*discharging*) ataupun sebaliknya. Grafik digunakan untuk memonitor grafik tegangan terhadap waktu dan tabel untuk menampilkan data berupa angka yang selanjutnya dapat di *export to excel* dengan cara klik kanan pada tabel → *Export* → *Export to clipboard* atau *Export to excel*.

Data yang dihasilkan pada sistem akuisisi data adalah data tegangan terhadap waktu. Data tersebut dianalisis untuk menentukan nilai tegangan minimum ( $V_0$ ) dengan bantuan *software* Logger Pro menggunakan persamaan *natural exponent* dapat dilihat pada Grafik 1 dibawah ini.



**Grafik 1.** Grafik tegangan terhadap waktu pada setiap LED

Hasil *curve fit* dari grafik diatas menggunakan persamaan *natural exponent* menghasilkan nilai  $B$  sebagai nilai dari tegangan minimumnya. Data tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menentukan besar energi foton. Setelah diketahui besar energi foton dari setiap LED, maka selanjutnya data dianalisis kembali untuk mencari hubungan linier energi dengan nilai  $1/\lambda$  yang memenuhi persamaan (2), data hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data hasil analisis untuk memperoleh besar Energi dan nilai  $1/\lambda$

LED	$\lambda$ (m)	$1/\lambda$ (m <sup>-1</sup> )	$V_0$ (volt)	Energi (J) [ $E = eV_0$ ]
Merah	$6.287 \times 10^{-7}$	$1.591 \times 10^6$	1.542	$2.471 \times 10^{-19}$
Kuning	$5.911 \times 10^{-7}$	$1.692 \times 10^6$	1.649	$2.642 \times 10^{-19}$

Hijau	$5.165 \times 10^{-7}$	$1.936 \times 10^6$	2.076	$3.326 \times 10^{-19}$
Biru	$4.532 \times 10^{-7}$	$2.207 \times 10^6$	2.398	$3.842 \times 10^{-19}$

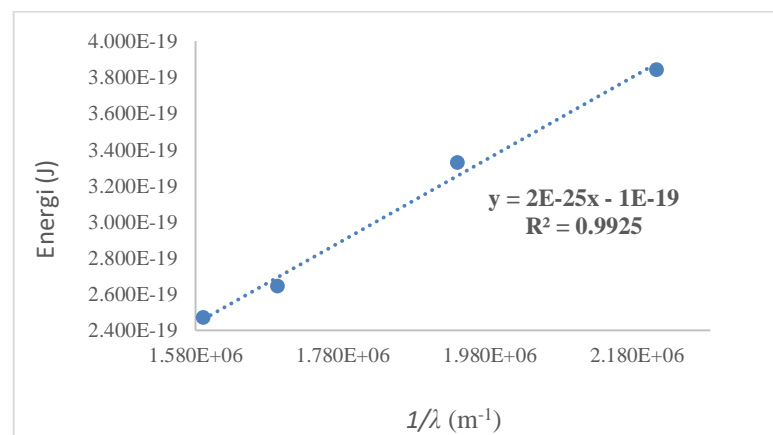
Persamaan umum untuk menentukan besar energi foton seperti dibawah ini:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \quad (2)$$

Dengan  $c$  adalah kecepatan cahaya yang nilainya  $2.998 \times 10^8$  m/s,  $\lambda$  adalah panjang gelombang cahaya, dan  $h$  adalah konstanta kesebandingan yang disebut sebagai konstanta Planck. Nilai untuk konstanta ini sebesar [10].

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s.}$$

Dilakukan *fitting* data untuk mengetahui nilai gradien garis ( $a$ ) yang kemudian dianalisis untuk menentukan nilai konstanta planck secara eksperimen. Grafik hubungan linier antara besar energi dengan nilai  $1/\lambda$  seperti pada grafik dibawah ini.



**Grafik 2.** Grafik hubungan linier besar energi dengan nilai  $1/\lambda$

Pada grafik diatas diperoleh nilai gradien garis ( $a$ ) sebesar  $2 \times 10^{-25}$ . Nilai tersebut diperoleh dari persamaan umum gradien garis secara linier yaitu  $y = ax + b$ . Dari persamaan umum tersebut diperoleh  $y = E$ ,  $a = h \times c$ , dan  $x = 1/\lambda$ . Menggunakan persamaan (3), dapat diperoleh nilai dari konstanta Planck secara eksperimen.

$$h = \frac{a}{c} \quad (3)$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai konstanta Planck yang diperoleh dari eksperimen sebesar  $6.67 \times 10^{-34}$  J.s. dengan nilai akurasi yang diperoleh dari selisih perbandingan nilai eksperimen terhadap nilai acuannya menggunakan persamaan (4) sebesar 0.68 %.

$$akurasi = \left| \frac{h_{eksperimen} - h_{acuan}}{h_{acuan}} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Dengan menggunakan persamaan (1), analisis hasil penilaian pada lembar uji kelayakan dari hasil ceklis oleh dosen ahli/validator dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Skor penilaian oleh dosen ahli/validator

No.	Validator	Skor	Keterangan
1.	Okimustava, M.Pd.Si.	92.64 %	Sangat Valid
2.	Eko Nursulistiyo, M.Pd.	89.70 %	Sangat Valid
3.	Nanang Suwondo, M.Pd.Si.	82.35 %	Sangat Valid

Hasil rata-rata dari penilaian tersebut memperoleh nilai dengan presentase sebesar 88.23 % masuk dalam kategori Sangat Valid. Sehingga perangkat yang telah dikembangkan berupa sistem akuisisi data untuk eksperimen efek fotolistrik dikatakan layak dan dapat digunakan sebagai perangkat eksperimen.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis data untuk menentukan nilai konstanta Planck melalui eksperimen ini memperoleh hasil sebesar  $6.67 \times 10^{-34}$  J.s. dengan nilai akurasi sebesar 0.68 %. Nilai tersebut dikatakan akurat, dibuktikan dari hasil presentase yang tidak lebih dari 5%.
2. Hasil uji kelayakan dari dosen ahli/validator menyatakan sistem akuisisi data untuk eksperimen efek fotolistrik masuk dalam kategori "Sangat Valid" dengan nilai rata-rata penilaian sebesar 88.23 %. Dari hasil uji kelayakan tersebut produk yang dihasilkan layak digunakan sebagai perangkat eksperimen.

#### Ucapan Terimakasih

Terimakasih saya haturkan untuk Bapak Drs. Ishafit, M.Si. selaku pembimbing saya yang telah memberikan banyak arahan dan masukan kepada saya dalam menyelesaikan penelitian ini. Laboratorium Teknologi dan Pembelajaran Sains beserta segenap TIM yang sudah banyak membantu peneliti sebagai tempat *sharing* ilmu sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

#### Kepustakaan

- [1] M. Niaz, S. Klassen, B. McMillan, and D. Metz, "Reconstruction of the history of the photoelectric effect and its implications for general physics textbooks," *Sci. Educ.*, vol. 94, no. 5, pp. 903–931, 2010.
- [2] S. M. Siahaan, "Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pembelajaran Fisika," *Pros. Semin. Nas. Fis.*, no. 1, pp. 13–20, 2012.
- [3] R. Steiner, "History and progress on accurate measurements of the Planck constant," *Reports Prog. Phys.*, vol. 76, no. 1, 2013.
- [4] W. P. Garver, "The Photoelectric Effect Using LEDs as Light Sources," *Phys. Teach.*, vol. 44, no. 5, pp. 272–275, 2006.
- [5] N. N. Yazid and P. Ilham, "Perangkat Lunak Sistem Akuisisi Data Menggunakan Delphi," *J. Otomasi Kontrol Instrumentasi*, vol. 4, no. 1, pp. 17–24, 2012.
- [6] N. K. Swain *et al.*, "Remote data acquisition, control and analysis using labVIEW front panel and real time engine," pp. 1–6, 2004.
- [7] M. Jaskula, M. Lazoryszczak, and S. Peryt, "Fast MEMS application prototyping using Arduino / LabView pair," vol. 61, no. 12, pp. 548–550, 2015.
- [8] A. El Hammoumi, S. Motahhir, M. Panoiu, C. L. Rat, and C. Panoiu, "Simple Harmonics Motion experiment based on LabVIEW interface for Arduino Simple Harmonics Motion experiment based on LabVIEW interface for Arduino," 2017.
- [9] S. Fuada, "Pengujian Validitas Alat Peraga Pembangkit Sinyal (Oscillator) Untuk Pembelajaran Workshop Instrumentasi Industri," *Pros. Semin. Nas. Pendidik.*, no. November, pp. 854–861, 2015.
- [10] P. A. Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2*, Ketiga. Jakarta: Erlangga, 2001.